

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ СИСТЕМАМИ. СИНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЭКОМОБИЛЕЙ

УДК 629.36:629.05

КОНЦЕПЦІЯ РОЗРОБЛЕННЯ КОМПЛЕКСОВАНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ БАГАТОЦІЛЬОВИХ ГУСЕНИЧНИХ ТА КОЛІСНИХ МАШИН

**О.Я. Ніконов, професор, д.т.н., О.О. Подоляка, доцент, к.т.н.,
Ю.В. Волков, інженер, В.О. Чернишов, студент ХНАДУ**

Анотація. Запропоновано концепцію створення комплексованих навігаційних систем для багатоцільових гусеничних та колісних машин на основі сучасних геоінформаційних систем, трекінгових систем та систем моніторингу транспортних засобів.

Ключові слова: навігаційні системи, багатоцільові гусеничні та колісні машини, інформаційно-комунікаційні технології, геоінформатика

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСОВАНИХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ МНОГОЦЕЛЕВЫХ ГУСЕНИЧНЫХ И КОЛЕСНЫХ МАШИН

**О.Я. Никонов, профессор, д.т.н., О.А. Подоляка, доцент, к.т.н.,
Ю.В. Волков, инженер, В.О. Чернышов, студент ХНАДУ**

Аннотация. Предложена концепция создания комплексованных навигационных систем для многоцелевых гусеничных и колесных машин на основе современных геоинформационных систем, трекинговых систем и систем мониторинга транспортных средств.

Ключевые слова: навигационные системы, многоцелевые гусеничные и колесные машины, информационно-коммуникационные технологии, геоинформатика

DEVELOPMENT CONCEPT OF COMPLEXING NAVIGATION SYSTEMS FOR MULTIPURPOSE TRACKED AND WHEELED VEHICLES

**O.J. Nikonov, professor, dr. eng. sc., O.O. Podolyaka, assistant professor, cand. eng. sc.,
Yu.V. Volkov, engineer, V.O. Chernishov, student KhNAHU**

Annotation. The creation concept of a complexing navigation systems for the multipurpose tracked and wheeled vehicles on the basis of modern geoinformation systems, tracking system and vehicle monitoring systems.

Keywords: navigation systems, multipurpose tracked and wheeled vehicles, information and communication technology, geoinformatics

Вступ

В теперішній час однією з найбільш важливих є проблема підвищення визначеності місцезнаходження наземних транспортних засобів, а також створення дистанційно-керуємих автотранспортних засобів з бортовими інформаційно-інтелектуальними системами [1-5]. По-

єднуючи географічну інформаційну систему і систему супутникового мобільного зв'язку, можна отримати потужну інформаційно-керуючу телематичну систему для рішення задач керування взаємодією, що використовує просторові дані про місцевість і систему супутникового зв'язку в інтересах задач підтримки прийняття рішень і моделювання поведін-

нки транспортних засобів у різних умовах [5-8]. Багатоцільові колісні та гусеничні машини (БКГМ) мають широкий спектр можливостей, який у повному обсязі не доступний звичайним автомобілям та тракторам. БКГМ працюють в складних умовах експлуатації, інтенсивних навантажень, підвищеної відповідальності механізмів і поєднують в собі швидкість, маневреність, високу прохідність та вантажопідйомність. Розвиток та удосконалення БКГМ характеризуються безперервним покращенням існуючих і створенням нових бортових інформаційно-комунікаційних систем, що забезпечують підвищення ефективності цих машин.

Аналіз досліджень та публікацій

Існуючі автономні навігаційні системи (АНС) у більшості випадків мають у своєму складі гіроскопічно стабілізовану платформу (ГСП), яка є досить складним електромеханічним пристроєм.

Зниження маси, розмірів, енергоємності, спрощення механічної частини системи, зняття обмежень по кутах розвороту, скорочення часу початкового виставлення, спрощення задачі резервування і контролю, у перспективі зниження вартості можуть бути досягнуті за рахунок відмови від ГСП і переходу на безплатформені інерціальні навігаційні системи (БІНС).

У БІНС блок інерціальних чутливих елементів встановлюється безпосередньо на корпусі БКГМ, а задачі, розв'язувані ГСП, покладаються на бортову цифрову обчислювану машину (БЦОМ). Перспективність використання БІНС пов'язується, насамперед, з керуванням високоманевреними об'єктами, для яких характерні значні перевантаження, а також об'єктами, для яких рішення основної технічної задачі пов'язане з виконанням твердих вимог щодо точності. Застосування БІНС є також виправданим: у разі необхідності мати на борту рухомого об'єкта малогабаритну систему керування підвищеної надійності з високими тактико-технічними характеристиками [9-12].

Принцип дії БІНС відомий більше 70-ти років, хоча у завершеному вигляді основні аналітичні залежності для обробки даних інерціальних датчиків були представлені наприкінці 50-х та початку 60-х років минулого століття. Можливість побудови рухомої і неру-

хомої аналітичної «платформи» досить повно і добре обґрунтована у вітчизняних і закордонних публікаціях і монографіях. Однак, для реалізації цієї можливості, поряд з удосконаленням БЦОМ, необхідно розроблення принципово нових алгоритмів визначення орієнтації об'єкту. Вони повинні бути придатними для використання інформації, що надходить у режимі реального часу від неінерціальних датчиків БІНС і ставити менш жорсткі вимоги до характеристик БЦОМ щодо швидкодії, довжини розрядної сітки і т.д.

Роботи щодо створення, випробувань та практичного використання БІНС інтенсивно проводять фірми Lockheed Aircraft, Northrop, Litton, Lites які досягли значних успіхів у створенні інерціальних чутливих елементів і БЦОМ підвищеної швидкодії. В Україні теоретичними і практичними розробками БІНС займаються в Інституті кібернетики НАН України, державному підприємстві «Львівський науково-дослідний радіотехнічний інститут», науково-виробничому підприємстві «Хартрон-Аркус», Центральному конструкторському бюро «Арсенал», Київському і Харківському Національних технічних університетах.

Поряд з багатьма вирішеними задачами теоретичних і інженерних проблем побудови БІНС багато принципово важливих питань вимагають подальших досліджень. Серед питань, що відносяться до найважливішої сторони функціонування БІНС, є вирішення задачі початкового виставлення, забезпечення високої точності і надійності функціонування системи керування і, зокрема, її одного з основних модулів – системи визначення орієнтації.

Мета та постановка задачі

Мета роботи – розроблення методів, алгоритмів та програмних засобів синтезу комплексованих навігаційних систем для багатоцільових гусеничних та колісних машин на основі геоінформаційних систем.

Об'єкт дослідження – процеси функціонування багатоцільових гусеничних та колісних машин з комплексованими навігаційними системами.

Предмет дослідження – комплексована навігаційна система для багатоцільових гусеничних та колісних машин.

Алгоритми комплексування навігаційної інформації за інформацією, що надходить від датчиків, електронної апаратури і введеною вручну з автоматизованого робочого місця (АРМ), повинні розраховувати поточне місцезнаходження і кутову орієнтацію БКГМ, що рухається по місцевості.

У процесі вирішення задач орієнтації і навігації алгоритми повинні забезпечувати:

- відображення параметрів навігації на екрані дисплея;
- надавати інформацію про поточний стан вимірювальної апаратури в текстовому вигляді;
- пропонувати можливі режими використання датчиків комплексованої навігаційної системи при виході з ладу або отриманні недостовірних даних від деяких з них.

Таким чином, у роботі вирішується науково-технічна задача створення концепції розроблення комплексованих навігаційних систем для багатоцільових гусеничних та колісних машин на основі геоінформаційних систем, що має важливе значення для народного господарства України.

Концепція розроблення комплексованих навігаційних систем для багатоцільових гусеничних та колісних машин

Результати попередніх досліджень та розробок, які покладено в основу розробки основані на виконанні прикладних та фундаментальних наукових робіт за темами: № 09-53-07 «Інтелектуальна технологія управління громадським пасажирським транспортом великих міст та регіонів України», номер держреєстрації 0107U001008, 2007-2009 рр. за галузевим замовленням МОН України; «Теорія розвитку інформаційної інфраструктури транспортних систем», номер держреєстрації 0110U001166, 2010-2012 рр. за галузевим замовленням МОН України; № ДЗ/464-2011 «Розроблення та впровадження інформаційно-комунікаційної технології руху наземного транспорту великих міст», номер держреєстрації 0111U005942, 2011-2012 рр. за замовленням Державного агентства з питань науки, інновацій та інформатизації України.

Разом із позитивними якостями АНС має й істотний недолік – властивість накопичувати похибку визначення координат і курс транспортного засобу з часом. В АНС початкову інформацію задає водій відповідно до якогось

орієнтиру, що знаходиться у точці 0. У подальшому система працює автономно до зустрічі з наступним орієнтиром у точці 1. Але часто відстань між орієнтирами у точках 0 і 1 може бути досить значна, а накопичувана похибка може бути такою, що транспортний засіб взагалі не вийде на наступний орієнтир.

Тому в останній час широке застосування знаходять супутникові навігаційні системи (СНС), які забезпечують високу точність навігаційного забезпечення БКГМ. Але СНС не є автономними за умов затінення сигналів супутників, зривів зв'язку із супутниками і в цих умовах стають непрацездатними. Одночасне використання АНС і СНС дозволяє виключити недоліки окремих систем і підвищити надійність та ефективність навігаційного забезпечення БКГМ.

У результаті інтегрування АНС і СНС створюється комплексована або інтегрована навігаційна система (ІНС), в якій роль за датчика виконує СНС для корекції АНС, а в перервах між використанням супутникової інформації працює АНС.

Апаратура комплексної навігаційної системи містить датчики:

а) одометричні датчики:

1) датчики швидкості доплерівські (лівого та правого бортів);

2) датчики швидкості електромеханічні (лівого й правого бортів);

б) датчики кутів орієнтації (азимута, диференту та крену), побудовані на базі самоорієнтованої системи гіроскопічного курсокреноуказання;

в) апаратуру споживача супутникових навігаційних систем;

г) електронну карту місцевості, з якої за горизонтальними координатами положення об'єкта може бути визначена вертикальна координата відносно квазігеоїду над еліпсоїдом Красовського.

Враховуючі вищенаведене зробимо висновок, що найбільш ефективними є інтегровані навігаційні системи транспортних засобів, які поєднують у собі автономні і супутникові навігаційні системи.

Висновки

Таким чином запропоновано концепцію розроблення комплексованих навігаційних систем для багатоцільових гусеничних та коліс-

них машин. Підсумовуючи вищеотримані наукові та практичні результати можна зробити наступні висновки:

1. Проведено аналіз сучасних комплексованих навігаційних систем для багатоцільових гусеничних та колісних машин і здійснено порівняльний аналіз характеристик таких систем.
2. Визначена частина основних вимог до апаратного забезпечення комплексованих навігаційних систем і намічений шлях розвитку систем, а також пріоритетні напрямки наукових розробок.
3. Запропоновано концепцію розроблення комплексованих навігаційних систем для багатоцільових гусеничних та колісних машин.

Результати роботи можуть бути використані у інституті кібернетики НАН України, державному підприємстві «Львівський науково-дослідний радіотехнічний інститут», науково-виробничому підприємстві «Хартрон-Аркос», Центральному конструкторському бюро «Арсенал», Київському і Харківському Національних технічних університетах.

Публікація містить результати досліджень, проведених при грантовій підтримці Державного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом №Ф62/106-2015 від 30 жовтня 2015р. «Розроблення та впровадження новітніх інформаційно-комунікаційних технологій для мехатронних і навігаційних систем броньованих колісних та гусеничних машин».

Література

1. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика [Текст] : [монографія] / Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Дванденко В.Я.; Харк. нац. автомобільно-дорожній ун-т. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 236 с.
2. Алексієв В.О. Управління розвитком транспортних систем / В.О. Алексієв. – Харків: ХНАДУ, 2008. – 268 с.
3. Ніконов О.Я. Інтелектуальна інформаційно-керуюча система транспортного дизеля: навчальний посібник / О.Я. Ніконов, О.С. Назаров. – Харків: НТУ «ХП», 2011. – 80 с.
4. Nikonov O. Development of intelligent internet technologies for efficiency upgrading of vehicle application / O. Nikonov, V. Shuliakov // Industrial technology and engineering, M.Auezov south Kazakhstan state university. – 2016. – №1 (18). – P. 47-52.
5. Shuliakov V. Application of Adaptive Neuro-Fuzzy Regulators in the Controlled System by the Vehicle Suspension / V. Shuliakov, O. Nikonov, V. Fastovec // International Journal of Automation, Control and Intelligent Systems. – 2015. – Vol.1, №3. – P. 66-72.
6. Алексієв В.О. Мехатроніка, телематика, синергетика у транспортних додатках / В.О. Алексієв, О.П. Алексієв, О.Я. Ніконов – Харків: ХНАДУ, 2012. – 212 с.
7. Ніконов О.Я. Розроблення інтелектуальної інформаційно-управляючої системи транспортного дизеля. Математична модель / О.Я. Ніконов, В.С. Щепенюк // Автомобіль і Електроніка. Сучасні Технології. – 2015. – №8 – С. 113-116.
8. Ніконов О.Я. Синтез інформаційно-комунікаційних технологій для мехатронних і навігаційних систем колісних та гусеничних машин спеціального призначення. Генетичні алгоритми / О.Я. Ніконов, М.В. Сіндеев, В.Ю. Улько, Л.Є. Кулакова, О.О. Цепочко // Автомобіль і Електроніка. Сучасні Технології. – 2016. – №9 – С. 66-69.
9. Анучин О.Н. Интегрированные системы ориентации и навигации для морских подвижных объектов / О.Н. Анучин, Г.И. Емельянцеv. – СПб, 1999. – 357 с.
10. Збруцький О.В. Навігація наземного об'єкта за допомогою інтегрованої навігаційної системи / О.В. Збруцький, Ю.В. Гогун // Космічна наука і технологія. – 2001. – Т. 7 – № 4. – С. 1-5.
11. Збруцький О.В. Обчислення геометричного фактора зниження точності приймача супутникових навігаційних систем / О.В. Збруцький, Ю.В. Гогун // Наукові вісті НТУУ «КП». – 2001. – № 1. – С. 45-47.
12. Дмитриев С.П. Исследование некоторых способов комплексирования данных о координатах и скорости при построении инерциально-спутниковых систем / С.П. Дмитриев, О.А. Степанов, Д.А. Кошаев // Гироскопия и навигация. – 1999. – №3. – С. 36-52.

Рецензент: О.В. Бажинов, професор, д.т.н., ХНАДУ.